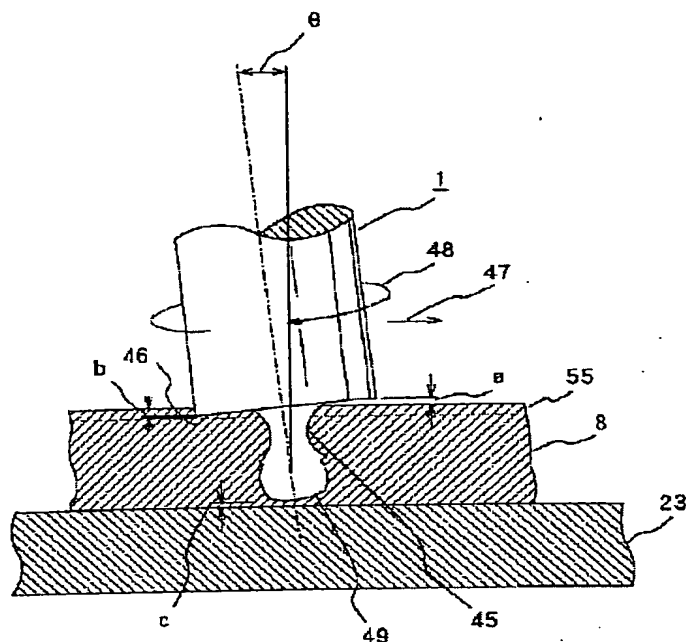


# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001170782  
PUBLICATION DATE : 26-06-01  
APPLICATION DATE : 15-12-99  
APPLICATION NUMBER : 11355477  
APPLICANT : HITACHI LTD;  
INVENTOR : FUNYU MASAO;  
INT.CL. : B23K 20/12  
TITLE : FRICTIONAL JOINING APPARATUS,  
AND FRICTIONAL JOINING METHOD

図 3



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a frictional joining apparatus which is excellent in joining on a reverse side and small in joining burrs on a face side, and a method thereof.

SOLUTION: In the frictional joining apparatus and the method thereof, a tool comprises a screw part to be inserted in a work and a shoulder part which supports the screw part and is larger in diameter than the screw part, the length of the screw part is set to be a predetermined value so that the screw part is not brought into contact with the surface of a frame, and the shoulder part has a penetration adjusting means to adjust the penetration of the tool so that a recess of a desired depth is formed in the surface of the work.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-170782  
(P2001-170782A)

(43) 公開日 平成13年 6 月26日 (2001. 6. 26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 2 3 K 20/12

識別記号  
3 1 0

F I  
B 2 3 K 20/12

テマコード (参考)

3 1 0 4 E 0 6 7

B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-355477

(22) 出願日 平成11年12月15日 (1999. 12. 15)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 岡村 久宣

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 坂本 征彦

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

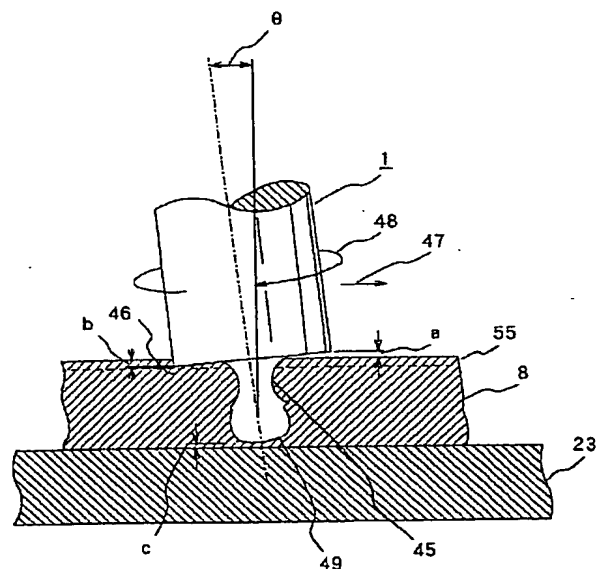
(54) 【発明の名称】 摩擦接合装置及び摩擦接合方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、裏側の接合が良好で、かつ表面で接合バリの少ない摩擦接合装置とその方法を提供することにある。

【解決手段】 本発明は、ツールが被接合材に挿入するネジ部と該ネジ部を支持し該ネジ部より太径であるショルダー部とを有し、前記ネジ部が前記被接合材の表面に接触しないように前記ネジ部を所望の長さに設定するとともに、前記ショルダー部が前記被接合材の表面に所望の深さの凹部を形成するように前記ツールの押込み量を調整する押込み量調整手段を有することを特徴とする摩擦接合装置とその方法にある。

図 3



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 架台に載置固定された被接合材よりも硬い材質のツールを前記被接合材の接合部に挿入し、前記被接合材の塑性流動により接合する摩擦接合装置において、前記ツールは前記被接合材に挿入するネジ部と該ネジ部を支持し該ネジ部より太径であるショルダー部とを有し、前記ネジ部が前記架台の表面に接触しないように前記ネジ部を所望の長さで設定するとともに、前記ショルダー部が前記被接合材の表面に所望の深さの凹部を形成するように前記ツールの押込み量を調整する押込み量調整手段を有することを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記ツールは、前記接合の進行方向に対して前記ショルダー部の先行部分が前記被接合材の表面で所望の間隙を有するように傾斜角度を調整する角度調整手段を有し、前記ショルダー部の後行部分によって前記押込み量を調整することを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、前記架台は前記被接合材を拘束部材によって前記架台に固定する溝が設けられていることを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれかにおいて、前記被接合材の接合部が開かないようにその側面側より押圧する押圧手段が設けられていることを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれかにおいて、前記ツールはその回転用駆動手段、溶接線方向に対して交叉する方向への交叉駆動手段、接合線方向駆動手段及び前記ツールの移動に沿って動く被接合材を拘束する拘束手段を備えていることを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、前記接合線方向及び交叉駆動機構は手動または自動または手動と自動の両方で作動することを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 7】 請求項 1～6 のいずれかにおいて、被接合材は接合部での厚さが異なり、表面の高さに応じて前記ツールの挿入深さを調節できることを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 8】 請求項 1～7 のいずれかにおいて、前記角度調整手段は被接合材表面の傾斜角度の変化に応じて前記ツールの傾斜角度を調節できることを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 9】 請求項 1～8 のいずれかにおいて、前記ツールは複数個備え、前記ツールは各々単独または複数個が連動して、駆動可能であることを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 10】 請求項 1～9 のいずれかにおいて、接合過程の接合状態を光学的または電子的に監視可能な監視手段が備えられていることを特徴とする摩擦接合装置。

【請求項 11】 請求項 1～10 のいずれかに記載の接合装置により接合されたことを特徴とする構造物。

【請求項 12】 架台に載置固定された被接合材よりも硬

い材質のツールを前記被接合材の接合部に挿入し、前記被接合材の塑性流動により接合する摩擦接合方法において、前記ツールは前記被接合材に挿入するネジ部と該ネジ部を支持し該ネジ部より太径であるショルダー部とを有し、前記ネジ部が前記架台の表面に接触しないように前記ネジ部を所望の長さで設定するとともに、前記ショルダー部が前記被接合材の表面に所望の深さの凹部を形成するように前記ツールの押込み量を調整しながら接合することを特徴とする摩擦接合方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は新規な摩擦接合装置及び接合方法に係り、特に、被接合材の一部に凹凸または傾斜が存在する形状の場合でも接合欠陥を防止して接合部の品質を向上し、さらに効率的な接合作業を可能にした摩擦接合装置とその方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 摩擦攪拌接合方法は、実質的に接合材の材質よりも硬い材質（金属）のツールを接合材の接合部に挿入し、このツールを回転させながら移動することによって、前記ツールと前記接合材との間で発生する摩擦熱により摩擦攪拌する方法である。この摩擦攪拌接合方法の原理は、特表平7-505090 号公報で公知である。つまり、ツールと接合材との摩擦熱による塑性流動現象を利用したもので、アーク溶接のように接合材を溶かして溶接するものではない。さらに、この接合方法は、従来の摩擦溶接方法のように、接合材同士を回転してお互いの摩擦熱により接合する方法とは異なり、接合材を接合線方向に連続的に接合できる特徴がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 特表平7-505090号公報、同9-508073号公報による摩擦攪拌接合方法は、前記ツールの回転数、回転方向、接合方向に対するツールの傾斜角度、ツールの加工物表面との上下方向の相対的な位置関係、接合線方向の移動速度、接合材の拘束などが重要である。前記接合装置で接合する場合、特に次のような課題がある。また、特開平11-226758号公報には摩擦溶接装置が知られている。

【0004】 (1) 接合進行方向に対してツールの回転方向と傾斜角度は常に一定であることが必要である。接合を往路だけで行う場合は前記ツールの回転方向と傾斜角度を変えないで接合が可能であるが、接合作業の効率が悪い。接合を往路、復路を同時に行うことにより接合作業の効率化が図れる。しかし、接合の進方向が往路の場合と復路の場合ではその都度、回転方向と傾斜角度を変える必要がある。

【0005】 (2) 前記摩擦攪拌接合方法は、接合中に回転するツールを接合材の表面から一定の深さに挿入し、接合中もこの深さを一定に維持管理する必要がある。しかし、接合材の一部に接合材表面に高さの変化、

つまり、凹凸が存在する場合は被接合材表面からのツールの挿入深さが変化するため、健全な接合ができなくなる。

【0006】(3) 前記接合方法におけるツールの傾斜角度は、接合方向に対して反対方向に1〜5度傾斜していることが望ましい。しかし、被接合材表面の一部が傾斜している被接合材の場合は、前記被接合材の傾斜角度に応じてツールの角度も変化する必要がある。

【0007】(4) 前記接合方法は、接合の過程でツールと被接合材に大きな荷重がかかる。このため、被接合材の形状に応じて強固に拘束する必要がある。さらに前記拘束は効率的に安定であることが望まれる。

【0008】(5) 前記接合方法は、接合速度が従来のアーク溶接に比べて数倍早いため、接合状態を肉眼で監視することは困難である。従って、光学的な監視が必要である。本発明の目的は、裏側の接合が良好で、かつ表面で接合バリの少ない摩擦接合装置とその方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、架台に載置固定された被接合材よりも硬い材質のツールを前記被接合材の接合部に挿入し、前記被接合材の塑性流動により接合する摩擦接合装置において、前記ツールは前記被接合材に挿入するネジ部と該ネジ部を支持し該ネジ部より太径であるショルダー部とを有し、前記ネジ部が前記架台の表面に接触しないように前記ネジ部を所望の長さに設定するとともに、前記ショルダー部が前記被接合材の表面に所望の深さの凹部を形成するように前記ツールの押込み量を調整する押込み量調整手段を有することを特徴とする。前記ツール先端と架台との距離は0.4mm以下、好ましくは0.05〜0.20mmである。従って、ネジ部の長さは被接合材の接合部の厚さに応じて選択される。また、押込み量の深さは1mm以内、好ましくは0.2〜0.6mmである。

【0010】前記ツールは、前記接合の進行方向に対して前記ショルダー部の先行部分が前記被接合材の表面で所望の間隙を有するように傾斜角度を調整する角度調整手段を有し、前記ショルダー部の後行部分によって前記押込み量を調整することを特徴とする。傾斜角度は被接合材表面への垂直の角度に対して10度以内、好ましくは3〜7度で両方向に傾斜可能で、前記架台は前記被接合材を拘束部材によって前記架台に固定する好ましくは複数本の溝が設けられていることを特徴とする。その溝はボルトの頭部が係合するように袋状に形成されているのが好ましい。前記被接合材の接合部が開かないように被接合材をその側面側より押圧して拘束する押圧手段が設けられていることを特徴とする。

【0011】本発明は、前記ツールの回転数、回転方向、傾斜角度、上下移動、接合線方向の移動手段及びそれらの制御装置、被接合材の拘束手段を備え、手動まは

た自動的に駆動する装置により達成できるものである。また、被接合材を拘束する架台は前述の如く架台に袋状の溝を設け、その溝内にボルトの頭を係合させて、そのボルトに長い腕を取り付け、その腕で被接合材をネジでしっかりと固定するものである。

【0012】また、接合過程の接合状態を光学的又は電子的に監視可能な監視装置を設けるのが好ましい。監視によってツールの中心位置を調整するものである。

【0013】本発明の装置は更に以下の構成を有することが好ましい。

【0014】(1) 接合の往路及び復路におけるツールの回転方向はインバータ制御により可能である。傾斜角度は、電動機からの駆動をインデックスシャフトを介して可能である。

【0015】(2) ツールの被接合材表面からの挿入深さの調節は、前記被接合材の凹凸又は接合深さの形状に合わせて前記ツールの深さを調節することにより可能である。ツールの挿入深さはピンのショルダーからの長さを変えることによって行うことができる。ピンの長さの調整はショルダーとピンとが上下に互いに動き、回転を同じにした固定構造にすることによって行う。

【0016】(3) 被接合材の表面の一部が傾斜している被接合材の場合のツールの傾斜角度は、前記被接合材の傾斜角度に合わせて、ツールの駆動機構を自動的に調節することにより可能である。

【0017】(4) 被接合材に複数個の接合線が存在する場合は、1台の摩擦接合装置に複数個のツールを取り付け、前記複数個の前記ツールは、回転数、移動速度、傾斜角度が単独または連動して作動することにより接合作業をより効率的に達成できる。(5) 被接合材の拘束は、前記ツールと同軸方向に設けられた拘束機構により可能である。さらに、前記拘束機構とは別に独自に拘束機構を設けても可能である。

【0018】ツールの被接合材表面からの挿入深さの調節は、予め、接合開始点からの被接合材表面の凹凸の位置と凹凸の変化を測定し、前記測定結果を制御装置に認識させ、その認識信号をもとにツールの上下駆動機構装置を制御することにより可能である。つまり、接合開始点からの凹凸の位置と接合速度からツールが前記凹凸の位置に到達する時間がわかり、ツールを上下に駆動する時間が判定できる。さらに凹凸の高さの変化も、予め、レーザ変位形またはダイヤルゲージにより測定して、その結果を制御装置に認識させることにより可能である。前記方法により被接合材の一部に凹凸が存在する被接合材形状でもツールの深さを凹凸表面から常に一定に管理できる。特に凹凸が大きい場合は、ツールを被接合材から一端引き抜き、接合を一端中止して、再度、凹凸の表面に合わせてツールを再挿入することも可能である。

【0019】被接合材の表面の一部が傾斜している被接合材形状の場合のツールの傾斜角度は及び傾斜の開始点は、

予め、前記被接合材の傾斜と開始点傾斜角度を測定し、その結果を制御装置に認識させ、その認識信号をもとにツールの駆動機構を制御することにより可能である。なお、傾斜の開始及び終了点の位置は、接合開始点からの距離と計算によりその時間信号をもとに自動的に判定できる。また、接合の過程でレーザ変位計により傾斜角度、傾斜の開始点及び終了点を測定し、その信号をもとに接合の過程でツールの傾斜角度を調節できる。

【0020】接合プロセスにおいて往路と復路の接合を可能にしたもので、その場合、1台の摩擦接合装置に複数個、好ましくは3〜5個のツールを取り付け、前記複数個の前記ツールは、回転数、移動速度、傾斜角度が単独または連動して作動することにより接合作業をより効率的に行うことができる。

【0021】なお、ツール角度の自動調節は電動機からの駆動力をウォームギヤを介して可能である。

【0022】被接合材の形状に応じて油圧または水圧または空気圧により被接合材の表面方向または側面方向から加圧することにより可能である。

【0023】

【発明の実施の形態】（実施例1）図1はA1基金金よりなる被接合材を接合する本発明の摩擦接合装置全体の基本構成を示す側面図、図2は正面図を示す。

【0024】（1）前記ツール1の回転及び傾斜角度調節機構2を備えたツール駆動機構3

（2）前記ツール1の上下4及び左右5の移動機構を備えたツールヘッド6

（3）前記ツールヘッド6を接合方向に移動する機構を備えたヘッド移動機構7

（4）被接合材8の固定用の架台23及び拘束機構10

（5）接合過程の接合状態を監視可能な監視装置11

（1）前述のツール1の駆動機構3は、ツール回転用の駆動モータ24及び傾斜角度調節機構2からなっている。ツールの回転は、電動機から直接または歯車、またはベルトを介して行われる。なお、ツールの回転数は、電動機と連結するインバータ制御装置により回転数は500〜3000rpmの間で任意に調整できる。また、回転方向の変更もインバータ制御装置により自動的な制御が可能である。

【0025】ツール1の傾斜角度12の調節は、インデックスシャフトとプレートにより手動で調節できる。さらに電動機を介して自動的にも調節できる。前記傾斜角度12は、0〜10度の範囲で任意に調整できる。

【0026】（2）のツールヘッド6は、ツールを上下方向4に移動する駆動機構13及び左右方向5に移動する駆動機構14からなり、前記ツールヘッド6は門型のフレーム15に固定される。ツールの上下方向4の移動は手動ハンドル16またはツール上下方向駆動モータ13とスクリュウージャッキ17を介して可能である。さらにツールの左右方向4の移動は、手動ハンドル18ま

たは移動用のツール左右方向駆動モータ14とボールスクリュウ19を介して可能である。

【0027】（3）ツールヘッド機構6は前記門型のフレーム15に固定され、前記フレームと共に接合方向20に移動するツールヘッド駆動装置7により移動する。前記フレーム15の移動は、手動または電動機と歯車を介して可能である。つまり、ツールを回転した状態で前記門型フレーム15が接合方向20に移動することにより接合が可能となる。なお、前記移動速度は100〜2000mm/minの間で任意に調整できる。

【0028】（4）被接合材8の固定用の架台23及び拘束機構10は、被接合材8を表面方向または側面方向から固定し、かつ、拘束する機構が備えられている。被接合材8の拘束はボルトによる手動でも可能である。さらに、油圧または水圧または圧縮空気により自動的にも可能である。油圧および圧縮空気による拘束は最大3000kgfまで可能である。

【0029】一方、拘束機構は固定用の架台23に配置された拘束機構10とは別に、前記ツール1と同軸方向にも拘束機構21が取り付けられている。固定用テーブル9は架台23上に直接被接合材8を載置してツール1によって接合すると架台23がツール1によって損傷を受けるので、その損傷を防止するために設けるものである。

【0030】（5）接合過程の監視用装置11は、接合過程の接合近傍をCCDカメラにより光学的に監視できる。さらに、被接合材表面からのツールの深さ方向の監視はレーザ変位計22またはダイヤルゲージで監視可能である。

【0031】前記1〜22は全て架台23の上に門型フレームを介して配置される。

【0032】前記1〜23の機構からなる摩擦接合装置により長尺かつ、広幅の被接合材でも安定に接合が可能となる。さらにツールの傾斜角度及びツールの回転方向が自由に調節できるため、往路と復路が接合できる。

【0033】図3は本実施例に係るツール1の被接合材へのツール1の回転しながら接合する際の接合時の挿入状況を示す断面図である。本実施例ではツール1はツール1のショルダー部46が接合方向47に対して右肩上がりになっており、ショルダー部46の先行部分に被接合材8の表面に対して空隙aを設けて被接合材がショルダー部で切削されないようにし、後行部分ではbの間隔で被接合材に押込むものである。また、被接合材8には図16に示すものと同様の突起5.5が接合部に設けられている。

【0034】a及びbの間隔は共に1mm以内であり、好ましくは0.2〜0.6mmである。また、これら間隔は被溶接材の厚さが厚い場合はツールのネジ部及びショルダー径が大きくなるので、その間隔は大きくなり、許容範囲は比例した関係を有するものである。

【0035】 ツール1の被接合材8の表面に対して $\theta$ のように傾斜させるが、この角度は10度以内が好ましく、3〜7度とするのがより好ましい。被接合材8の接合の厚さによってその角度は大きくする方が好ましい。

【0036】 更に、ツール1と架台23との間隔cはツール1の架台23との直接の接触を防ぎ両者の損傷を防ぐために必要である。しかし、その間隔cが大きすぎると被接合材8の裏面での接合が不十分となるので、十分な接合を得るためには被接合材8の厚さとも関係するが、0.4mm以下とすること、好ましくは0.05〜0.2mmとするものである。それによって良好な接合が得られるものである。

【0037】 ツール1は被接合材8内に挿入されるネジ部48とショルダー46とを有し、ネジ部48は先端部にネジが形成されており、本実施例ではより接合幅を小さくしたシャープな接合部を形成できるようにネック部45をネジ部よりも細径にしたものである。ネジ部の最大径はネック部45の後の1.1〜1.5倍とするのが好ましい。

【0038】 (実施例2) 図4はツール1の駆動機構及び前記ツールと同軸に設けられたA1基合金からなる被接合材8の拘束機構21を示す。ツール1の回転及び上下駆動は回転モータ24から歯車25と26を介して前記ツールの回転軸27に電動される。なお、前記回転軸27はスピンドルユニット28を介して回転しながら上下方向にも駆動する。架台23は左右に2つに分割しており、互いに開かないようにボルトで固定されている。架台23には被接合材8を固定するための溝50が設けられている。

【0039】 一方、被接合材8は被接合材固定用の架台23に配置され、前記ツール1と同軸に設けられた拘束機構21により被接合材8を上方向から拘束する。前記拘束機構21は油圧シリンダ30により上方向からローラ31を介して拘束する。前記ローラ31は回転機構が備えられている。前記拘束機構21は前記ツール1と独立して上下方向に移動する。接合は、先ず、前記拘束機構21により被接合材8を表面方向から拘束する。次に前記ツール1は、回転した状態で被接合材8の中に所定の深さだけ挿入される。次に前記状態でツール1が回転した状態で、門型フレーム15の移動と共に被接合材8は接合が開始される。前記装置により、長尺かつ広幅の被接合材でも安定に接合できる。

【0040】 更に、本実施例においてもツール1と被接合材8との関係は実施例1と同じである。

【0041】 (実施例3) 図5は1台の摩擦接合装置に複数のツールとその駆動機構を備えた摩擦接合装置の基本構成を示す正面図を示す。図5に示すごとく、前記装置には複数のツールとその駆動機構が備えられ、ツールは回転、上下、左右、角度を各々単独または連動して駆動することが可能である。前記装置の駆動機構及び接合

状態は基本的には実施例1と同じであるので詳細は省略する。前記装置により、複数の接合部を同時に接合が可能となり、接合作業の効率化が図れる。

【0042】 (実施例4) 図6及び図7は被接合材の拘束方法の詳細図を示す。図6に示すごとく、ツールは先端の細いピン部35とピン部より太いショルダー部36からなっている。被接合材8は厚さ5mm、幅400mm、長さ5000mmのJIS規格6N01材の押出し型材である。固定用テーブル9は被接合材8との接触面に被接合材固定用の溝37が形成されている。前記溝37により、被接合材の固定位置が変わっても拘束機構もそれに応じて取り付けることができるため、拘束が容易になる。以下、被接合材の拘束を説明する。

【0043】 まず、図6に示すように、前記被接合材8は固定用のテーブル9に配置される。次に被接合材8は油圧駆動による拘束機構10により、前記ツール1の両側から下向き方向に最大1000kgfの荷重で拘束される。次に図7に示すように、ツール1は回転した状態でツールのピン部35が被接合材8の中に予め設定された深さに挿入される。次にツールは回転した状態で接合線方向に移動して接合が開始される。本実施例におけるツールの回転数は1000rpm、接合速度は500mm/minである。

【0044】 なお、本実施例では、被接合材の表面方向からの拘束だけであるが、左右の両方向から拘束しても本目的を達成できる。また、表面または側面のどちらか一方からの拘束でも本目的を達成できる。さらに拘束機構は被接合材の長さと同等の一体構造または複数に分割された分割構造でも可能である。前記拘束機構により被接合材を安定に拘束できるため、安定な接合が可能となり、接合部の品質も向上する。前記接合装置と接合方法で接合した被接合材を鉄道車両用の部材とした。

【0045】 (実施例5) 図8は被接合材8の一部の厚さが厚く、かつ一部に傾斜を有する被接合材の接合方法を示す実施例の斜視図である。図9は図8の各接合部におけるツールの傾斜角度を示す。被接合材は長さ3mのJIS規格5052のアルミ合金である。被接合材の薄い部分の厚さは4mm、厚い部分は7mm、幅200mm、傾斜角度はいずれも10度である。

【0046】 図8、図9に示すごとく、ツールの傾斜角度は被接合材表面に対して常に一定になるように調節される。本実施例では次のようにツールの傾斜角度が調節される。

【0047】 (1) 図8のa-b間のように被接合材に傾斜がない部分のツール角度 $\theta_1$ は、図8のA-Aに示すごとく、接合方向20に対して反対方向に3度の傾斜角度 $\theta_1$ に調節されて接合され、接合部38が形成される。

【0048】 (2) ツールが図8のb点に到達すると同時にツールの傾斜角度 $\theta_2$ は、図9のB-Bに示すごとく

く、被接合材 8 の傾斜角度  $\alpha$  より 3 度大きい  $\theta_2$  に調節され、この角度で  $b-c$  間が接合される。

【0049】(3) ツールが  $c$  点の平行部に到達すると同時にツールの傾斜角度は、図 8 の  $C-C$  に示すごとく、再び  $A-A$  と同様の角度  $\theta_1$  に調節され、この角度で  $c-d$  間が接合される。

【0050】(4) ツールが  $d$  点に到達すると同時にツールの角度は被接合材の傾斜角度  $\gamma$  より 3 度小さい角度  $\theta_3$  に調節され、この角度で  $d-e$  間が接合される。

【0051】(5) ツールが  $e$  点に到達するとツールの角度は再び  $A-A$  と同様の角度に調節される。

【0052】前記のごとく、被接合材表面の傾斜角度の変化に応じてツールの傾斜角度を順次調節することにより、被接合材の厚さが変化している場合でも全ての接合線 39 が連続的にかつ安定に接合できる。

【0053】なお、前記の被接合材表面の傾斜角度の変化に伴うツールの傾斜角度の調節は、接合開始点から傾斜点までの距離と接合速度から時間を割りだし、各調節開始点の時間を制御装置に認識させることにより可能である。つまり、接合速度が一定の場合は、接合長さより被接合材の傾斜開始点までの時間が算出されるため、その時間をもとにツールの傾斜角度を制御できる。前記接合装置と接合方法により、被接合材表面の一部に傾斜が存在する被接合材の場合でも安定かつ効率的な接合が可能である。前記接合装置と接合方法で接合した被接合材を自動車用部材に適用した。

【0054】(実施例 6) 図 10 は被接合材表面の一部に高さの変化つまり凹凸がある場合の接合方法の実施例の斜視図を、図 11 は図 10 の各接合部における被接合材中へのツールの挿入位置を示す断面図である。つまり、図 10 は被接合材の一部に空白部 40 及び凸部 41 が存在する場合の実施例である。図 10 の被接合材 8 は JIS 規格 A6061 のアルミ合金である。被接合材 8 の  $a-d$  間の厚さは 5mm、 $d-e$  間の厚さは 8mm、幅は 400mm、全長さは 20m である。なお、被接合材の一部に存在する  $b-c$  間の空白部 40 は接合が不要である。凸部 41 は通常の接合が必要である。接合は次の順序で行われる。

【0055】(1) 図 10 の  $a-b$  間の通常の接合線 39 が存在する部分では、図 11 の  $A-A$  に示すように、被接合材表面からのツール 1 のピン部 35 の挿入深さは予め調節された一定の深さに挿入されて接合され、接合部 38 が形成される。

【0056】(2) ここで、前記、ツールが  $b \sim c$  の空白部 40 に到達する直前で、図 11 の  $B-B$  に示すようにツール 1 は被接合材から引き抜かれて上方に上がる。この時、ツールの移動も一端停止する。

【0057】次に再度、ツール 1 は接合方向に移動を開始する。ただし、空白部分 40 ではツールは被接合材 8 から引き抜かれた状態で移動する。

【0058】(3) ツールが  $c$  点に到達するとツールの移動は再び停止し、回転した状態で再度被接合材に挿入され、 $c-d$  間は  $A-A$  と同様に再び接合が開始される。

【0059】(4) 次にツールが  $d$  点の凸部 41 に到達する直前でツールの移動は停止し、ツールは再び被接合材から引き抜かれる。それと同時に凸部 41 の表面高さとツール高さとの相対的位置関係を算出して、 $C-C$  に示すようにツールは再度、凸部 41 に予め指定した深さだけ挿入されて  $d-e$  間が接合される。

【0060】(5) 次にツールが  $e$  点に到達する直前でツールの移動が停止してツールは再び被接合材から引き抜かれる。

【0061】(6)  $e-f$  間の平滑部では図 11 の  $D-D$  に示すように、再度、ツール 1 のピン部 35 は被接合材 8 に予め設定された深さだけ挿入されて接合される。

【0062】なお、前記の被接合材表面の凹凸の変化に伴うツールの挿入深さの調節の開始は、接合開始点から各凹凸点までの距離と接合速度から時間を割り出し、各調節開始点の時間を制御装置に認識させることにより可能である。つまり、接合速度が一定の場合は、接合長さより被接合材の各凹凸点まで到達する時間が算出されるため、その時間をもとにツールの挿入深さを制御できる。前記接合装置と接合方法により、被接合材表面の一部に凹凸が存在する被接合材でも安定かつ効率的な接合が可能である。前記装置と接合方法による被接合材を鉄道車両用の部材とした。

【0063】(実施例 7) 図 12 は接合線上に存在する空白部 40a にダミー板 42 及び 43 を設け、このダミー板部 42 で接合を中止し、ダミー板部 43 で接合をスタートする。つまり、前記接合方法は接合のスタート点及び中止点に特に欠陥が発生しやすい。このため、接合のスタート点及び中止点に発生する欠陥を前記ダミー板部 42 及び 43 に発生させ、接合後、前記ダミー板部分を機械的に削除する。

【0064】一方、空白部 40b では前記空白部と同じ長さのダミー板 44 を設けている。つまり、前記ダミー板 44 を接合することにより、空白部 40b で接合を中止することなく、連続的に接合できる。前記ダミー板は接合後、機械的に削除する。

(実施例 8) 図 13 は一台の摩擦接合装置に 2 個のツールとその前記駆動機構を備えた摩擦接合装置による接合方法を示す。図 14 は図 13 の各接合部における被接合材表面からのツールの挿入位置を示す断面図である。被接合材 8 はアルミ合金の JIS 規格 6N01 材である。

【0065】被接合材 8a の厚さは 6mm、他方の被接合材 8b の厚さは 4mm で厚さが異なる。このため、前記 2 つのツールのピン部の長さは前記厚さと同等で異なる。また、一方の被接合材 8a の接合線 39 は、接合開始点から終了点まで接合は連続であるが、他の被接合材 8b は



接合線上 39 の途中で複数個の空白部 40 a 及び 40 b が存在し、その空白部は接合が不要である。つまり、本実施例は厚さが異なり、かつ接合線が連続的な被接合材と不連続的な被接合材を同時に接合する摩擦接合方法に関するものである。以下、本実施例の接合方法を説明する。

【0066】(1) 図 13 に示すように通常の接合線が存在する部分 a-b 間では前記 2 つのツール 8 a 及び 8 b のピン部は、図 14 の A-A に示すごとく、被接合材の表面から予め設定された深さに挿入されて、同時に接合が開始され、接合部 38 a 及び 38 b が形成される。

【0067】(2) 前記のツール 8 b が空白部 40 a のダミー板部 42 に到達すると同時にツール 8 a 及び 8 b の移動は停止して、自動的に上方向に上昇し、2 つのツールは接合を中止する。

【0068】(3) 次に 2 つのツール 8 a 及び 8 b は接合方向と反対方向に約 20mm の長さで逆に戻る。これは接合を中止してツールを上昇させた位置に欠陥が発生する。そこで、この欠陥部を再度接合して欠陥を防止するため、すでに接合した部分までわずかにツールを後退させ、その後退した位置から再度ツールを挿入して接合を開始する。これにより、すでに発生している欠陥(孔)が埋まり、健全な接合部になる。

【0069】(4) 前記のごとく、ツール 8 a は後退位置から再度被接合材に挿入されて接合を開始する。ただし、ツール 8 b は空白部 40 a が存在するため、図 14 に B-B に示すごとく、被接合材の表面から抜かれた状態で移動する。この過程ではツール 8 a は接合が行われている。

【0070】(5) ツール 8 b が c 点のダミー板部 43 に到達すると、ツール 8 a 及び 8 b は再び移動が停止して、2 つのツールは被接合材 8 から引き抜かれる。

【0071】(6) 前述と同様に、ツールが引き抜かれた位置から 20mm ほど後退し、ツール 8 a 及び 8 b は再度被接合材に挿入され、2 つのツールは回転しながら移動して接合される。なお、図 13 の空白部 40 b 部は連続的なダミー板 44 を設けているため、ツール 8 b も接合を中止することなく連続的に接合できる。前記装置と方法により接合された被接合材を車両用の部材とした。

【0072】(実施例 9) 図 14 は本発明に係る摩擦接合装置の断面図である。本実施例は実施例 2 で示した油圧シリンダ 30、拘束機構 21 及びローラ 31 を設けずに架台 23 に設けた溝 50 にボルト 53 によって被接合材 8 を固定する固定部材 52 をナット 51 で締付けて行う構造のものである。本実施例においても実施例 1 と同様に接合され、裏面での良好な接合と表面での接合バリの発生が少ない接合が得られるものであった。

【0073】(実施例 10) 図 15 は実施例 1 の本発明に係る装置を用いて A1 基合金の JIS 規格 6N01、厚さ 4mm の板を I 型開先の継手構造を示す断面図である。被接合材 8 は接合部平坦な突起 55 が設けられ、全体に

ネジを有するピン 54 を接合部に挿入して摩擦接合される。ツール 1 は実施例 1 と同様に傾斜しており、ショルダー 46 は突起 55 に対して押込まれてその部分に凹部を形成し、波形の接合部が形成される。突起の幅はショルダー 46 の直径に対して同等かそれより若干大きくするのが好ましいが、若干小さくてもよい。±2mm 以内が好ましい。接合部のギャップはゼロが好ましい。

【0074】図 16 は接合部の許容ギャップ幅とショルダー径との関係を示す線図である。図に示す様に許容ギャップ幅とショルダー径とは 0.5mm で 10mm、1.8mm で 40mm の 2 点を結ぶ直線で示される。従って、許容ギャップはこの線図より下側に設定すれば良好な接合が得られる。

【0075】図 17 は板厚 5mm の A1 基合金の JIS 規格 6N01 及び 5083 についてツール回転数(rpm)と接合速度(mm/min)との関係を示す線図である。6N01 での欠陥のない接合を得るには(520rpm, 85mm/min), (1620rpm, 85mm/min), (2680rpm, 1500mm/min)及び(2030rpm, 1500mm/min)で囲まれた範囲、5083 材では(330rpm, 50mm/min), (800rpm, 50mm/min), (1000rpm, 425mm/min)及び(730rpm, 425mm/min)で囲まれた範囲内で好ましい接合が得られる。

【0076】

【発明の効果】本発明によれば、接合過程のツールの回転、傾斜、上下移動、接合線方向移動が任意に調節可能であるので、良好な裏面の接合と表面でのバリの少ない接合が得られる。更に、被接合材の拘束が効率的かつ、安定にできるため、長尺かつ、被接合材の傾斜または凹凸が存在する場合でも安定な接合ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例を示す摩擦接合装置の側面図。

【図 2】本発明の実施例を示す図 1 の正面図。

【図 3】本発明の摩擦接合におけるツールと被接合材との関係を示す断面図。

【図 4】本発明の実施例を示すツール及び拘束機構の断面図。

【図 5】本発明の実施例を示す複数のツールが取り付けられた摩擦接合装置の断面図。

【図 6】本発明の実施例を示す拘束機構及び拘束方法を示す断面図。

【図 7】本発明の実施例を示す拘束機構及び拘束方法を示す断面図。

【図 8】本発明の実施例を示す被接合材の一部に斜角の凸部が存在する被接合材の斜視図。

【図 9】図 8 の各接合部の断面図。

【図 10】本発明の実施例を示す被接合材の一部に凹凸部が存在する被接合材の斜視図。

【図 11】図 10 の各接合部の断面図。

【図 12】本発明の実施例を示す被接合材の一部に凹凸

13

部が存在する被接合材の斜視図。

【図 13】本発明の実施例を示す複数のツールによる接合方法を示す斜視図。

【図 14】図 13 の各接合部の断面図。

【図 15】本発明の実施例を示すツール及び拘束機構を示す断面図。

【図 16】本実施例の継手構造を示す断面図。

【図 17】許容ギャップとショルダー径との関係を示す線図。

【図 18】ツール回転数と接合速度との関係を示す線図。

【符号の説明】

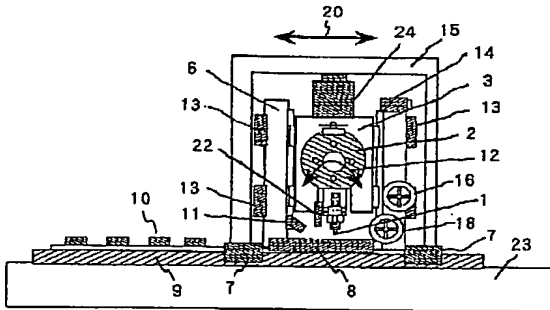
1…ツール、2…傾斜角度調節機構、3…ツール駆動機構、4…ツールの上下方向移動、5…ツールの左右方向移動、6…ツールヘッド、7…ツールヘッド駆動装置、8…被接合材、9…固定用テーブル、10…拘束機構、

14

11…監視装置、12…ツールの傾斜角度方向、13…ツール上下方向駆動モータ、14…ツール左右方向駆動モータ、15…門型フレーム、16…ツール上下方向移動用の手動ハンドル、17…スクリュージャッキ、18…ツールの左右方向移動用の手動ハンドル、19…ツール左右方向駆動用ボールスクリュ、20…接合方向、21…ツール軸と平行の拘束機構、23…架台、24…ツール回転用の駆動モータ、25、26…歯車、27…ツール回転軸、28…スピンドルユニット、29…ツール、30…油圧シリンダ、31…拘束用ローラ、35…ツールピン部、36…ツールショルダー部、38…接合部、39…接合線、40…空白部、41…凸部、42、43、44…ダミー板、45…ネック部、46…ショルダー部、47…接合方向、48…回転方向、49…ネジ部、50…溝、51…ナット、52…固定部材、53…ボルト、54…ピン、55…突起。

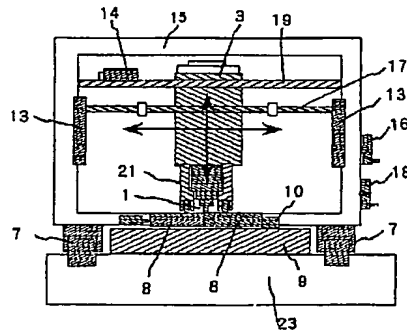
【図 1】

図 1



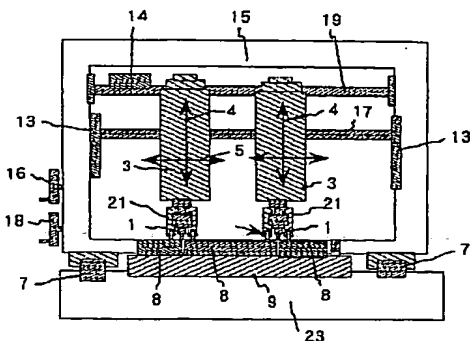
【図 2】

図 2



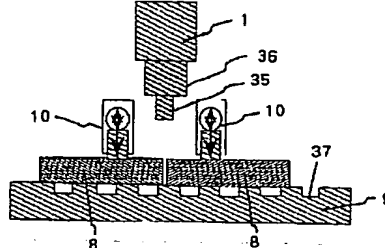
【図 5】

図 5



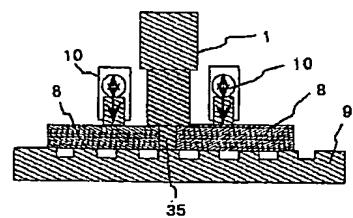
【図 6】

図 6



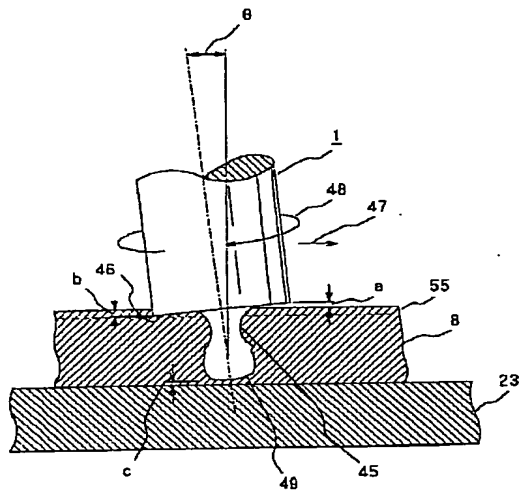
【図 7】

図 7



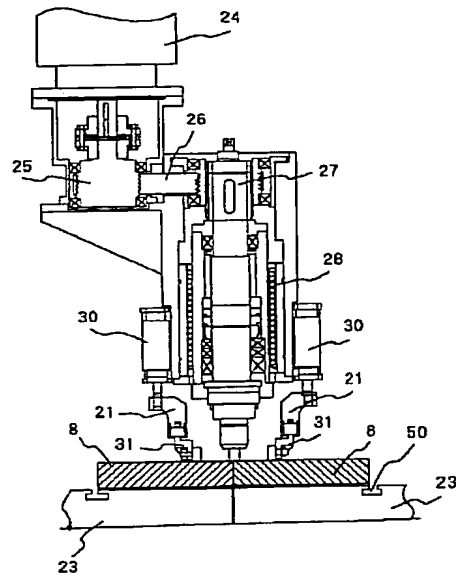
【図 3】

図 3



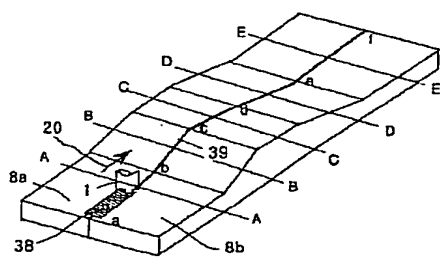
【図 4】

図 4



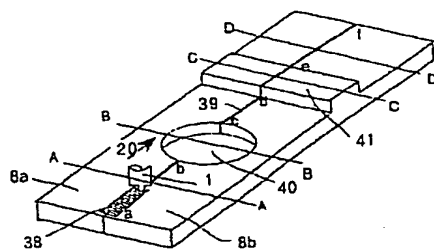
【図 8】

図 8



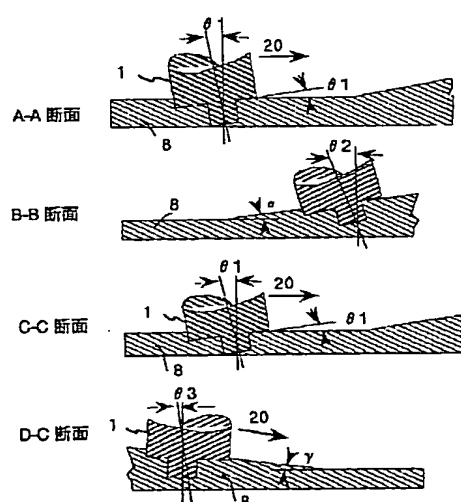
【図 10】

図 10



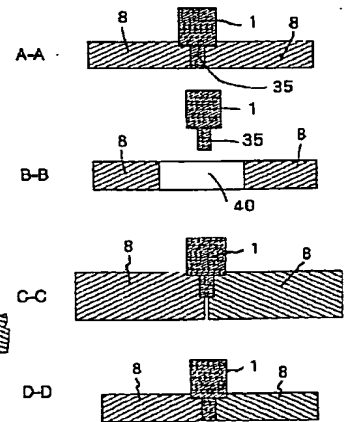
【図 9】

図 9



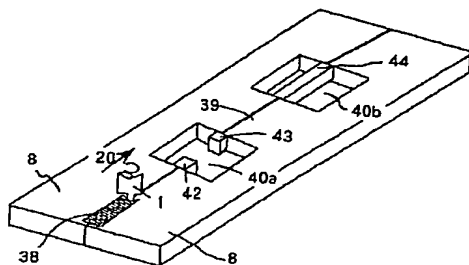
【図 11】

図 11



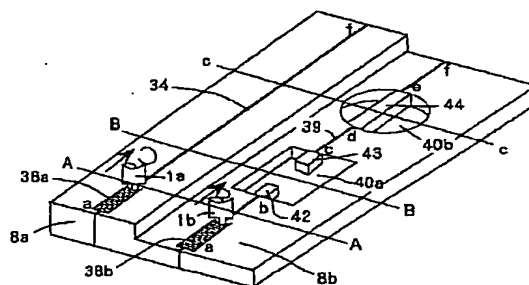
【図 12】

図 12



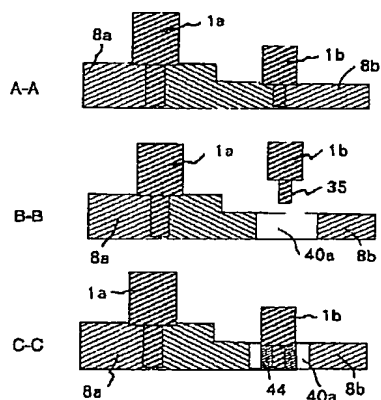
【図 13】

図 13



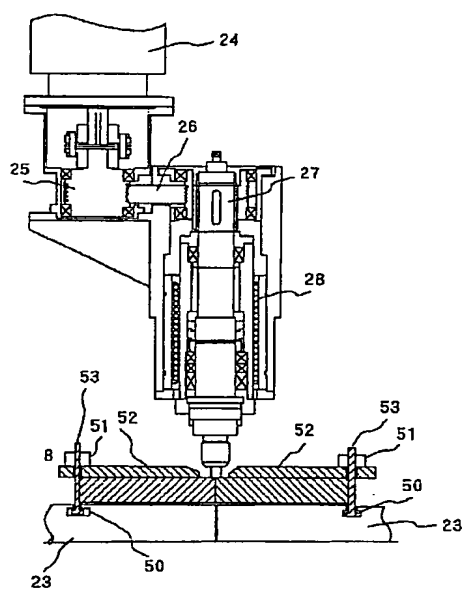
【図 14】

図 14



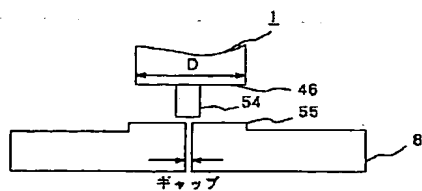
【図 15】

図 15



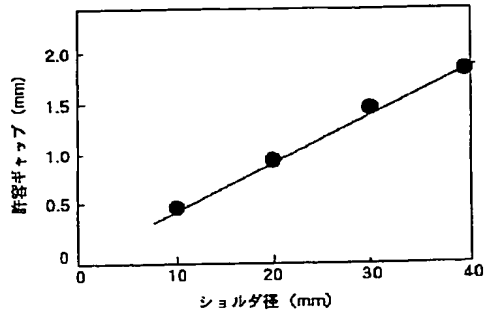
【図 16】

図 16



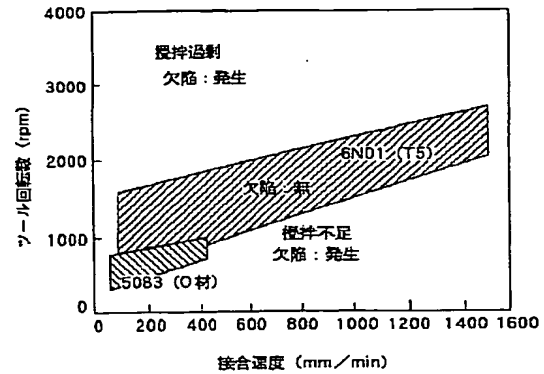
【図 17】

図 17



【図 18】

図 18



フロントページの続き

(72)発明者 渡部 幸一  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 青田 欣也  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 舟生 征夫  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 4E067 BG00 BG01 BG03 CA01

